(٢٤)

سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

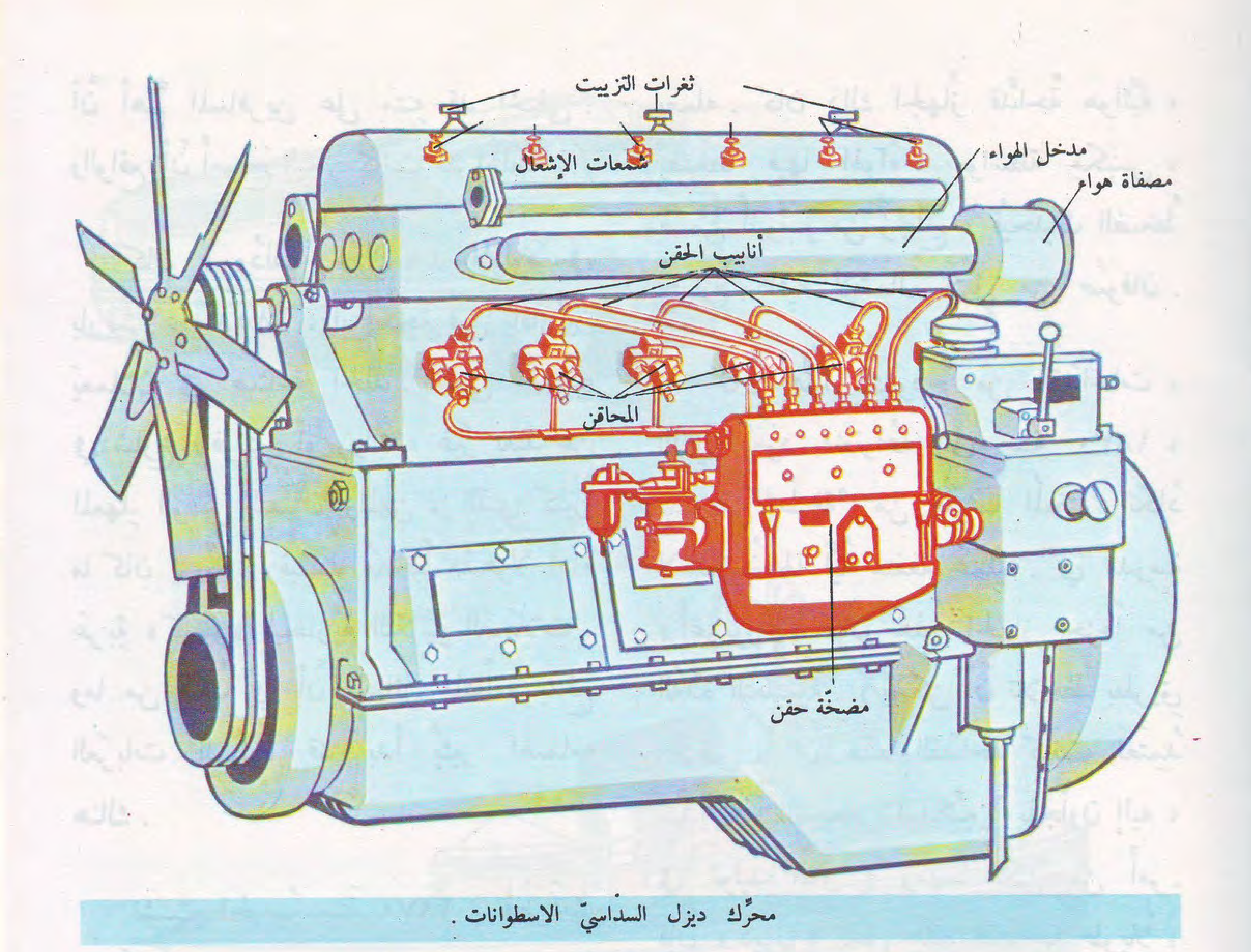
العالم يُبدِّل معالم وجههِ

- محرك ديزل يخرج من قداحة
- الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الاثير
- البيلينوغراف



منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



محرِّك ديزل السداسيّ الاسطوانات .

مُحَرّك دِيزل يخرُج مِن قدّاحة

« دِيزِل » ، ذلك الصناعيُّ الكبير ، والمخترِعُ الشهير ، هل سقطَ في البحر عَرَضاً ؟ يبدو بالأحرى أنّه قد أقدَم على الانتحار ، بعدما أنهكَت الأعمالُ المرهِقة أعصابَه ، وبعدما حطَّت قواه النفسيَّة مضاربات مالِيَة فاشِلة ، وإخفاقات أُخرى متنوِّعة ... لمّا دخل المركبُ البخاريّ الألمانيّ « دِرزدِن » ، الذي كان يُؤمِّن خط « أنفير - هَرْفيش » ، المرفأَ الانكليزي ، في ٣٠ أيلول ١٩١٣ ، لُوحِظَ ، بكلّ بساطة ،

أنَّ أهمَّ المسافرين على مَتنهِ قد اختفى . والواقع أنّ أَمواجَ البحر كانت قد ابتلَعَتْهُ ...

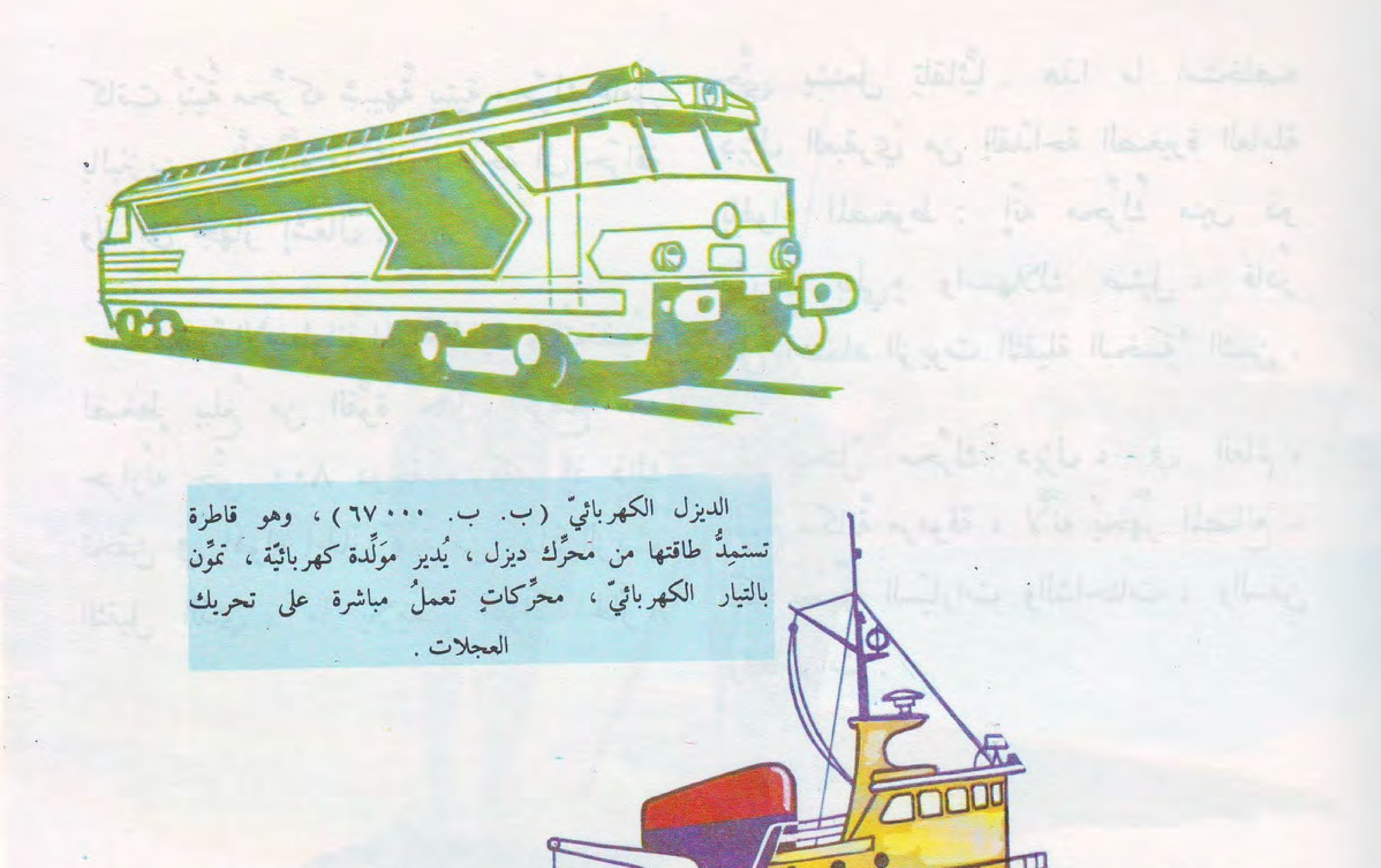
كان « رودُلف ديزل » ، المولودُ في باريس عام ١٨٥٨ ، ابنَ مُحتَرِفَيْن[٣] بافارِيَّين يَعملان في صناعة الجِلد . قضى حداثته في شارع « فونتين أو روا » ، غيرَ بعيد عن المعهدِ الوطني للفنون والمهن ، الذي كثيراً ما كان يزورُه ، فيقف مُعجَباً مذهولاً أمامَ عَربةِ « كونيو » البخاريَّة الثلاثيّةِ العَجَلات . وما من شكٍّ في أنَّ المسائل المتعلِّقة بدفع العَربات السيَّارة قد بدأ يُثير اهتمامه هناك .

نشِبتِ الحربُ سنةَ ١٨٧٠ ، فطُرِدَت عائلةَ ديزل من فرنسا . اذ ذاك تبعَ « رُودلف » في أَلمانيا ، وفي مدينة « أُغزبورغ » دروسَ مدرسةٍ صناعيّة ، تسنّى له[٤] أنْ يقعَ فيها على جهاز صغير ، أثار إعجابَه بعمله . كان ذاك الجهازُ قدَّاحةً هوائيَّة ، يُضغَط فيها الهواءُ ، بواسطة مِكبَس ، ضمنَ أُنبوبٍ من زُجاج ، فيُحدِثُ الضغطُ حرارةً كافية لإشعالِ فَتيلٍ من صُوفان .

كان هذا الأُنموذَجُ من القدّاحات ، الذي يعود اختراعُه الى سنة ١٨٣٠ ، قد بقيَ طُرفة[٥] من طُرَف المُختبر تكادُ لا تكونُ لها أيَّةُ منفعة عَمَليّة . في مدرسة « أُغزبورغ » كان هذا الجهاز جزءاً من العُدَّة التعليميَّة . (يُمكن أنْ تلاحظَ بطريقِ العَرض ، أنَّ هذه القدّاحة كانت تَعتَمِدُ مبدأً ما يَزال بعض البدائِيِّين[٦] يلجأون إليه ، في توليد النار .) ومهما يكنْ من أَمر . فإنَّ « ديزل » تأمَّل هذه القدّاحة طويلاً ؛ ولسوف يعودُ إليها في ما بعد .

أقبلَ « ديزل » على علم « الحركة الحراريَّة » (ألديناميكا الحراريّة) ، بكلِّ


شاحنة ثقيلة تزن سبعة أطنان وتجرُّ صهريجاً .



الديزل الكهربائيّ (ب. ب. ٦٧٠٠٠) ، وهو قاطرة تستمِدُّ طاقتها من مَحرِّك ديزل ، يُدير موَلِّدة كهربائيّة ، تموّن بالتيار الكهربائيّ ، محرِّكاتٍ تعملُ مباشرة على تحريك العجلات .

سفينة قاطرة مُزَوَّدة بمحرِّك ديزل من النموذج المستعمل لجَرِّ السفُن الضخمة في مرفأ نيويورك .

فُروعِها ، فعمَّق فيها معارفَه ، ودرس بحماس بالغ ، وسائِلَ تحويل الحرارة الى قوّة محرِّكة ، ضمنَ أفضل الشروط ، فقام بالتجارب المتعدِّدة منتقلاً من الآلة البخاريّة الى المحرِّك ذي الاحتراق الداخليّ .

في عامِ ١٨٩٣ ، نشرَ دِراسةً أَحدثت ضجَّة كبيرة ، أَلا وهي : « نظريّةُ وبناءُ محرِّكٍ حراريّ عِلميّ ، مُهيَّأ للحلول محلَّ الآلة البخاريّة والآلات الناريّة المعروفة الأُخرى . » وممّا يُقرأُ في هذه الدراسة ، أنَّ الكاتب يُحوِّل الوقودَ الى طاقة[٧] ، بطريقة مباشِرة ضمن الاسطوانة ، دون أَنْ تَسبقَ ذلك أيَّةُ عمليّة تمهيديّة أُخرى .

كانت بُنيَةُ محرِّكه شبيهةً ببنية محرّكٍ عامِلٍ بالبنزين ، إلّا أنّه ما كان بحاجة الى حرّاقة ولا إلى جهاز إشعال .

تمتصّ الاسطوانةُ الهواءَ البارد ، وتُخضِعُه لضغطٍ يبلغُ من القوّة حدّاً ، ترتفع معه حرارتُه حتّى ٨٠٠ درجة مِئويّة . إذ ذاك تُحقَن في الهواء الحارّ كمّيّةٌ من رَذاذِ الزيتِ الثقيلِ الذي ، ما يلامِس الهواءَ الحارَّ ، حتّى يشتعل تِلقائيًّا . هذا ما استخلصه ديزل العبقريّ من القدّاحة الصغيرة العاملة بالهواء المضغوط : إنّه محرِّكٌ متين ذو دَوَرانٍ بطيءٍ واستهلاك ضئيل ، قادرٌ على اعتماد الزيوت الثقيلة البخسةِ[8] الثمن .

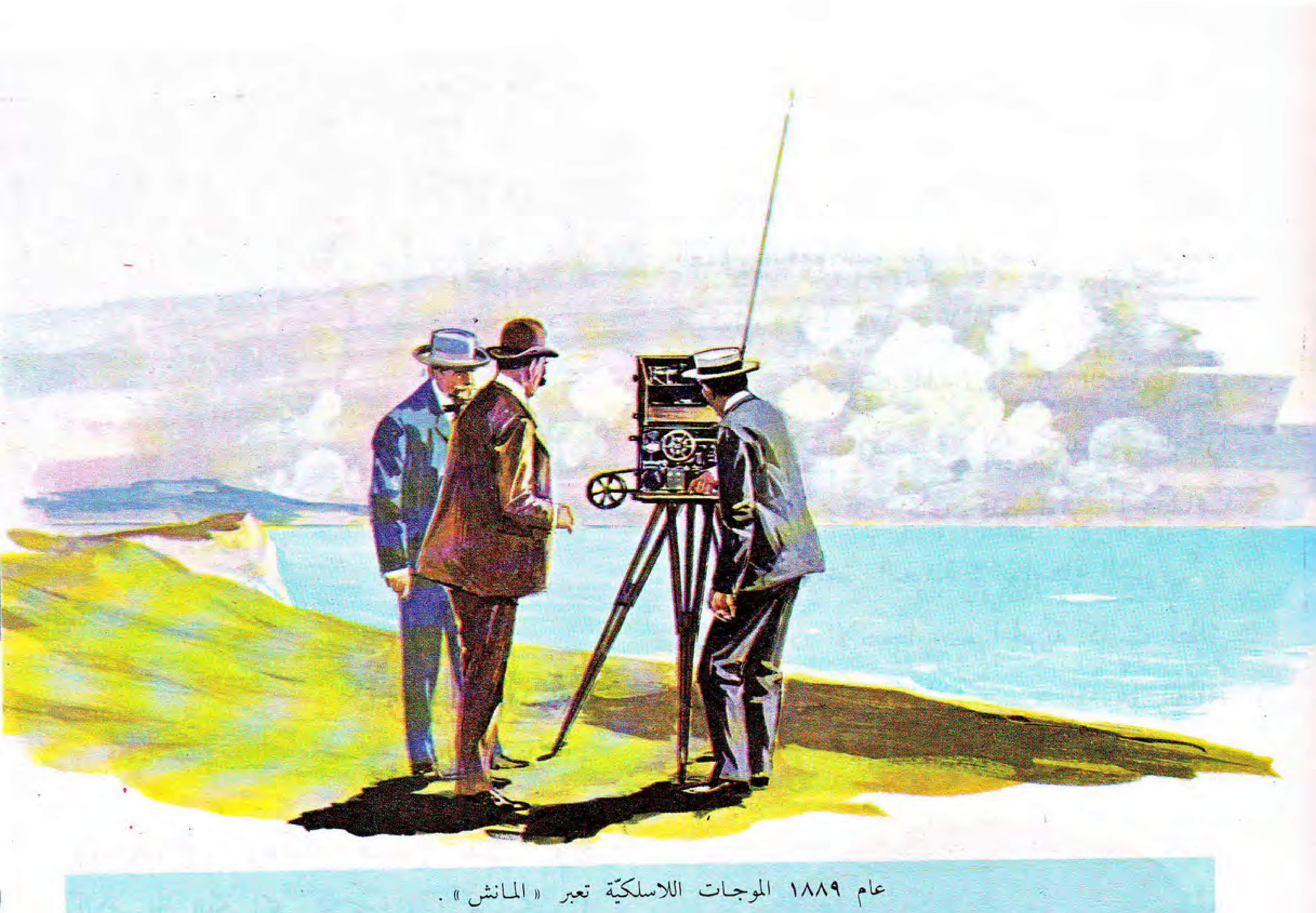
يحتلّ محرِّك ديزل ، في العالم ، اليوم مكانةً مرموقة ، لأنَّه يُجهِّز المصانعَ ، كما يجهِّز السيّاراتِ والشاحنات ، والسفنَ والقاطرات .

التفسير

١ – عَرَضاً : صدفةً ، بشكل غير مقصود .
٢ – أقدم على الإنتحار : أَقبَل عليه عمداً .
٣ – مُحترِف : صاحب حرفة أو صَنعة .
٤ – تسنّى له : تهيّأ له ، توفّر له .
٥ – طُرفة : غرابَة .
٦ – البدائيّون : الناس قبل دخولِهم طورَ الحضارة .
٧ – طاقة : قوّة .
٨ – البَخْسَة الثمن : الرخيصة .

الأسئلة

١ – كيف مات « رودلف ديزل » ؟ ومتى ؟
٢ – إلى أين كان يتردّد « ديزل » الحدَث ، في باريس ؟
٣ – ماذا كان يثيرُ إعجابه ، في معهد الفنون والمهن ؟
٤ – ما الذي أثار اهتمامه ، في مدرسة « أُغزِبورغ » الصناعيّة ؟
٥ – كيف كانت تعمل القدّاحة الهوائيّة ؟
٦ – كيف يعمل محرِّكُ ديزل ؟
٧ – أُذكر بعض فضائل محرِّك ديزل .
٨ – اذكر بعض المجالات التي يُستعمَل فيها محرِّك ديزل .



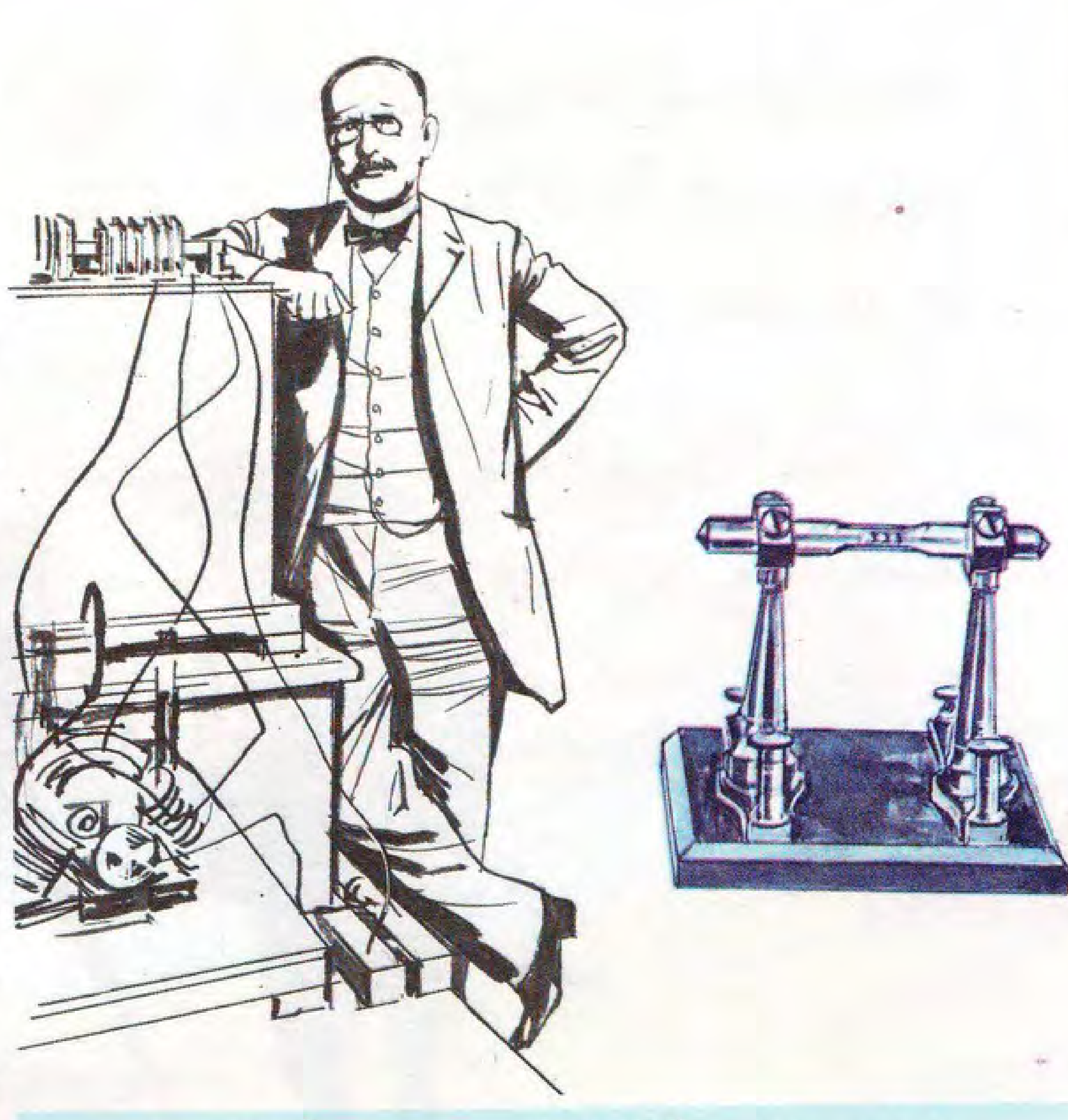
عام ١٨٨٩ الموجات اللاسلكيّة تعبر « المانش » .

الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير

ينتصب العالِم الكبير الاسكتلندي ، « جيمس كليرك مكسويل » (١٨٣١ – ١٨٧٩) ، في رأس قائمة الباحثين الكثيرين الذين رصّعوا تاريخ الاتصال اللاسلكي ؛ ذلك ان نظريّته الكهرطيسيّة هي التي سمحت بالتنبُّوء عن الموجات الكهربائيّة اللاسلكيّة . وتمكّن الفيزيائيّ الالمانيّ « هنريك هيرتز » (١٨٥٧ – ١٨٩٤) من إثبات وجود هذه الموجات ، المنتجة بواسطة رقّاص مؤلَّف من ملفّ « رامكورف » ومفجِّر ، والمكتشفة بواسطة حلقة معدِنيّة متقاربة الطرفين تنطلق بينهما شرارات دقيقة

الاختباريّة من جهة أُخرى .

أمَّا الذي انتقل بعد ذلك الى حيّز[1] التطبيق العمليّ ، فهو الفيزيائيّ الايطاليّ « غوغليلمو مركوني » (١٨٧٤ - ١٩٣٧) . فحتّى ايامه ، لم تكن الموجات الهيرتزيّة قد التُقِطت الّا من مجالات قصيرة لا تتعدّى[2] امتاراً معدودة ؛ وإن كان قد توفّر اكتشافُ بعضِ الصواعق البعيدة ، بواسطة الشاري[3] ، فذلك لأنَّ الانفجارات الجويّة كانت تُطلِق طاقاتٍ كهربائيّة لا تُحسب ازاءَها الطاقةُ المولَّدة في المختبر شيئاً يُذكر. باشر



« ادوارد برانلي » وأوّل مِكثاف معتمد على البُرادة صنعه .

(١٨٨٨) . وهكذا فنحن ندين بوجود الاتصال اللاسلكي لاكتشافات « مكسويل » النظريّة من جهة ، ولأعمال « هيرتز »



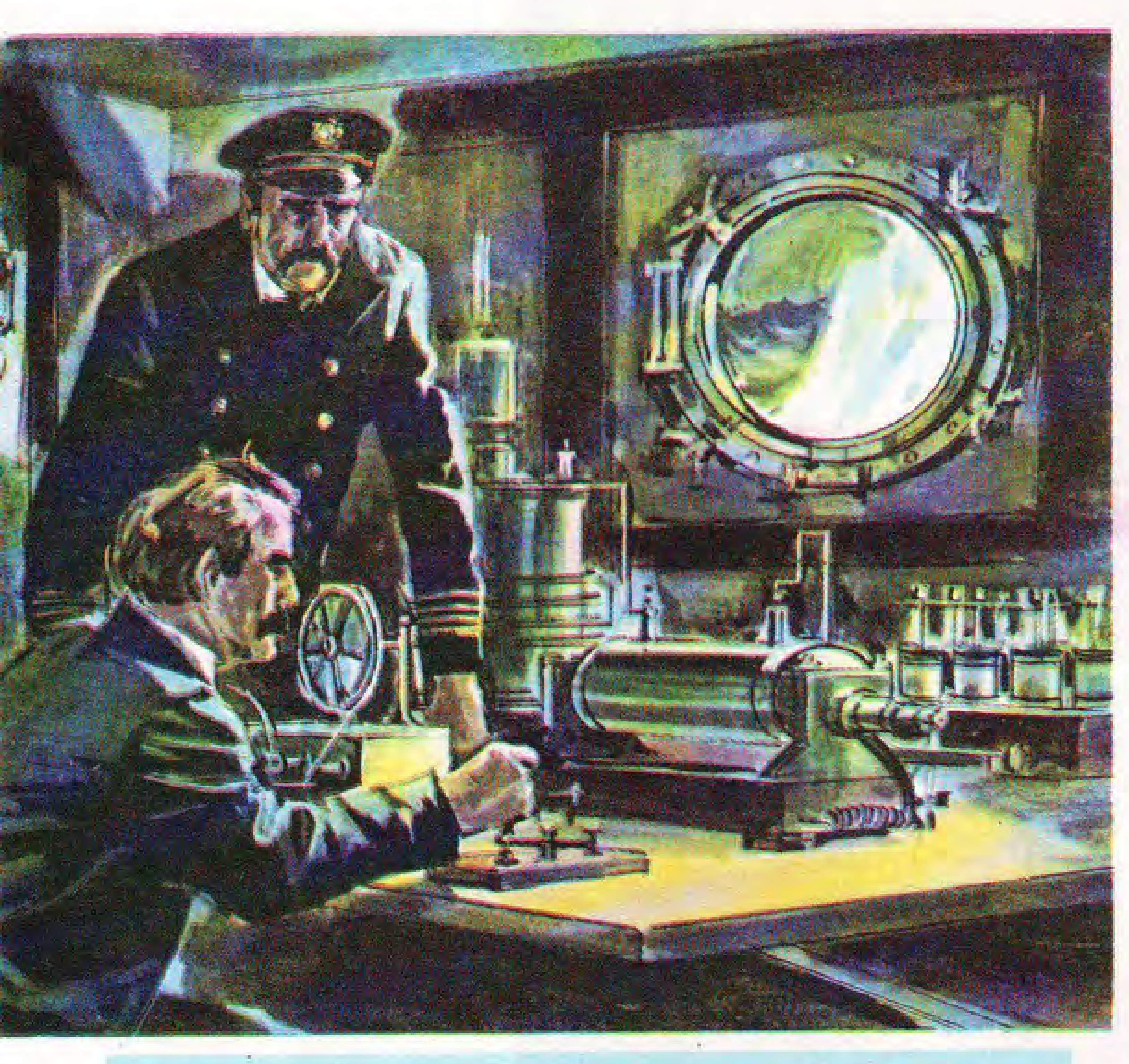
جهاز استقبال قديم معروضاً من الداخل ، وهو مزوّد بسبعة مصابيح خاصّة .



. الفيزيائيّ الإيطالي « مركوني » ، الذي استطاع بأعماله وعناده تحقيق تلك المأثرة[7] التقنيّة . بعد عامين ستعبر هذه الموجات ذاتها المحيط الاطلسيّ .

« مركوني » ابحاثه ، وفي نيّته استعمال الموجات للإبراق[4] عبر الفضاء . فطوّر للإرسال جهازَ « هيرتز » ، وللاستقبال مكثاف « برانلي »، والهوائي الأوّل الذي بناه العالم الروسي « بوبوف » ؛ وتوصّل الى نقل اشارات مورسيّة الى مئات من الامتار. ولمّا لم يكن احدٌ نبيّاً في بلده ، فقد تابع اختباراته في انكلترا ، وحقّق من النجاح – اذ التُقِطت اشاراتُه على بعد ١٤ كيلومتراً من جهاز الارسال – ما حمل الانكليز على دعمه بالعون الماليّ ، عن طريق جمعيّة أسّسوها لهذا الغرض . واستدعت الحكومة الايطاليّة « مركوني » ، ووضعت تحت تصرّفه بعض السفن الحربيّة ، لمساعدته على القيام بتجارب جديدة في خليج « سبيزيا » .

ومضى مركوني يحسّن باستمرار جهازَي الإرسال والاستقبال . فنقل ، بتاريخ ٢٧ آذار ١٨٩٩ ، الموجات الكهربائيّة اللاسلكيّة عبر « المانش » ، فتمكّن من ان يستقبل في « ويمرو » ، بالقرب من غاب « بولون » ، إشاراتٍ مرسَلة من « دوفر » . من هناك أرسل الى « ادوارد برانلي » ، برقيّة مشهورة يُعرب له فيها عن « شكره واحترامه ، لأنه يدين للأعمال المدهشة التي قام بها



. مركز اللاسلكي على متن « التيتانيك » ، وقد سمح بانقاذ عددٍ كبير من الركاب في أثناء غرقه الفاجع سنة ١٩١٢ . جبل الجليد الذي قضى على الباخرة بادٍ في الكوّة .

« برانلي » ببعض ما وصل اليه من نتائج طيّبة . » مضت سنتان ، فاذا الموجات اللاسلكيّة تعبُر المحيط الأطلسي في ١٢ كانون الثاني ١٩٠١ ، وإذا « بمركوني » يلتقط ، في « سان جان » (الارض الجديدة) النقاط الثلاث الخاصة بحرف s والمرسَلة من محطة « بولدو» الانكليزيّة . وتعدّدت الأعمال والاختراعات منذ ذلك التاريخ ، فظهر المكشاف المعتمِد على بلّورات « كبريتور الرصاص » ، مِكشاف « فيرييه » « الألكتروليتي » ، اللذان حلّا محلَّ المِكثاف المعتمِد على البُرادة[6] .

وما لبث الاتصال اللاسلكي أن برهن عن جدواه في بعض الظروف الحَرِجة : ففي ١٩٠٩ مكّن من إغاثة الباخرة « الجمهوريّة » ؛ وفي ١٩١٢ ، أنقذ من الهلاك مئات المسافرين على متن « التيتانيك »، التي غرقت بعد لحظات من اصطدامها بجبل جليديّ .

ولسوف تتمكّن الموجات الكهرطيسيّة المكبّرة المنوَّعة ، بفضل الالكترونيك التي امتدّت انجازاتُها من مصباح « لي دي فورست » الثلاثيّ الألكترودات ١٩٠٦ ، الى « الترانزستور » ١٩٤٨ ، من أن تحمل الى العالم بأسره ، الكلام والموسيقى ، ثم الصور... وحتى الصور الملوّنة .

التفسير

١ – حيّز : مجال .
٢ – لا تتعدّى : لا تتجاوز .
٣ – الشاري : قضيب معدني يرفع على سطح البيت لاجتذاب الصاعقة .
٤ – الإبراق : مصدر أبرق : أرسل برقيّة .
٥ – دَعَم : سَنَد .
٧ – المأثرة : العمل العظيم .

الأسئلة

١ – ما فضل « مكسويل » على الاتصال اللاسلكي ؟
٢ – ما فضل هيرتز؟
٣ – من الذي نقل هذه النظريّات والاختبارات الى حيّز التطبيق العملي ؟
٤ – إلى أيّة غاية وجّه مركوني ابحاثه ؟
٥ – من ساعد مركوني على المضي في اختباراته ؟
٦ – ما هي المراحل التي سار عليها مركوني في تطوير الاتصال اللاسلكي ؟
٧ – اذكر بعض الخدمات التي امّنها وما يزال يؤمنها الاتصال اللاسلكي .



صورة لمشهد مُثير ، هو مشهد حريق هائل في شيكاغو. ما تُؤخذُ الصورة حتى تُنقَلَ الى الصحف ، بالسرعة التي تُنقَلُ بها الأخبار والمعلومات ، وعبر الوسائل الهاتفيَّة عينها .

البيلينوغراف يحمِل الصُّوَر الى البعيد

في أَواخر القرنِ الماضي ، فكَّرَ طالبُ اسمُه « إدوار بيليني » ببناءِ ساعةٍ جداريّة يكونُ لها رقّاصان ؛ يعمل الأوّل في أثناء ساعات التدريس ، فيدفع الإبرتين في حركة سريعة ؛ ويعمل الثاني في أثناء الفُرَص ، فيبطئُ تقدُّم الإبرتَيْن ، بحيث يعودُ ترتيبُ الساعاتِ العامُّ الى حقيقةِ وضعِه . وكان من البَديه[1] ألَّا يُؤخذَ بمثلِ هذه الفكرة ...

في الثامنة عشرة من عمره ، سجَّل

إدوار بيليني أوَّلَ اختراعٍ له ، وهو آلةُ تصوير شمسيَّة تسمَح بالتِقاط صُوَرِ الناس على غيرِ علمٍ أو إنتباهٍ منهم ؛ وذلك بجعل العَدسة في مؤخّرة العُلبة السوداء ، على أنْ تُزَوَّدَ هذه العلبةُ بمرآة عاكِسة[2] : ففيما المصوِّرُ يتظاهر بتصوير ما أمامه ، بإمكانه أنْ يَلتقطَ صورةَ الأشخاصِ الموجودين خلفَه . وعلى هذا المبدأ الخبيث يَعمل بعض آلاتِ التصوير الصُحُفيّة ...

فيما كان « إدوار بيليني » ، بعد ذلك ، في تخشيبة ريفيّة ، يشاهِدُ عرضَ الأفلام المتحرِّكة الأُولى التي صوَّرها الأَخوان « لوميار » ، خطرَتْ ببالِهِ إمكانيّةُ مشاهدةِ الصُوَرَ المتحرِّكة ، من مكان بعيد ، بفضل التِلغراف . وفي انتظار تحقيقِ هذا الحلم الكبير ، ظنَّ « بيليني » أنَّ إرسالَ الصُوَر والوثائق[3] الأُخرى ، الى البعيد ، بواسطة شبكة الهاتف العادِيَّة ، أمرٌ لا بدّ أنْ يكون ممكناً . من هذه الخاطرة[4] ، برزَ الجهازُ الذي التَصَق به اسمُ بيليني ، إلا وهو البيلينوغراف الذي يرسل البيلينوغرامات . ومعلومٌ أنَّ البيلينوغراف الذي ما يَزال مُستعملاً ، يُعتبَر أحدَ أهمِّ أَجهزةِ الإعلام في الصُحف .

نُقِلت الصورُ الأولى ، بواسطةِ جهازِ بيليني ، في ٩ تشرين الثاني ١٩٠٧ ، وذلك على شَبَكة باريس – ليون – بوردو .

لم تنقضِ سنَواتٌ قلائِل ، حتّى رَكِبت صورُ البيلينوغرام أَمواجَ الأثير[5] ، فانتقلتْ من باريس الى العواصم الأوربيَّة الأخرى ، والى ما وراء الأطلسي . ومنذ ذاك الحين ، صار البيلينوغراف مُلْكَ العالَم باسره .

أَمَّا هذا الجهاز القادرُ على إرسال الصور والمخطوطات والرسوم ، وعلى استقبالِها



فوق : نقلُ البيلينوغرام واستقباله على الفور في الغالب ،

بشكلِها الأساسيِّ الأوَّل ، فيقومُ على مبدأ ، في حدِّ ذاته ، بسيط . تُوضَعُ الوثيقةُ المرادُ نقلُها على اسطوانة متحرِّكة ، تدورُ على محورِها فيما هي تتحرّك في اتّجاه جانبيّ . وفي أثناءِ تحرُّكها ، تُخضَع لتحليلٍ مُفَصَّلٍ دَقيق يتناولُها نقطةً نقطةً ، على الطريقة المتبعة في التلفزة ، أي بواسطة مِصباح دقيق خاصّ ؛ فتتأثَّر بذلك خليَّةُ تصويرٍ كهربائيّة تأثُّراً يَختلف ، باختلافِ قُوّةِ الألوان التي يُلامِسها مصباحُ التحليل في الصورة .

ويتألَّفُ جهازُ الاستقبال كذلك ، من اسطوانةٍ دائرة تحمل ورقةَ تصوير عَذراء . يبلغِ التيّارُ الاسطوانةَ ، فيُثير مقياساً غَلْفَنِيّاً يُنَظِّم إنارةَ ورقةِ التصوير تنظيماً مناسباً . وبديهٌ أنّ هذه العمليَّة تفرض أَنْ تَنسجمَ الاسطوانتان في الحركة انسجاماً كلّياً .

لأدوار بيلينى اختراعاتٌ أُخرى كثيرة ، منها الساعة الناطقة . ولقد روى يوماً أنّه يومَ زار « أدِسون » ، طرحَ عليه هذا السؤال : « ما هي الاختراعات التي تنصحني باختِراعها ؟ » فأجابه المخترِعُ الاميركيّ الشهير : « قد يكون هنالك عشرة آلاف ،



صورة الحريق تُنشَرُ في أوّل عدد من أعداد الصحيفة .

يا سيّدي . فاخترْ منها ما يعودُ عليك بالعدد الأكبر من الدولارات ! ... »

التفسير

١ – البديه : الواضح المقبول .
٢ – مرآة عاكسة : مرآة تعكس صورة تقع خلف ظهر المشاهد .
٣ – الوثائق : جمع وثيقة وهي كتابة ذات قيمة وشأن .
٤ – الخاطرة : الفكرة العابرة .
٥ – أمواج الأثير : أمواج الهواء .
٦ – إنسجم الشيئان : إتّفقا .

الأسئلة

١ – ما هي الفكرة الطائشة التي خطرت ببال بيليني ، وهو طالب ؟
٢ – صف آلة التصوير الخبيثة التي اخترعها .
٣ – في أيّة مناسبة فكّر بنقل الصور الى بعيد .
٤ – ما هو البيلينوغراف ؟ وفي أيِّ مجالات يُستعمَل ؟
٥ – كيف يعمل جهاز الإرسال في البيلينوغراف ؟
٦ – كيف يعمل جهاز الاستقبال ؟
٧ – ما هي شروط الأمانة في نقل البيلينوغرام ؟



البيلينوغراف والاسطوانة التي تُلَفُّ عليها الصورة .

وِلادَةُ حَضَارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادّة شفّافة • الدولاب جهاز نقل • طيّارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحررنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التَقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِّياتها الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ الى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - « دولاب بسكال » جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة الى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

منَ الحِرَف اليَدويَّة الى الصِّنَاعَة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية الى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل "فرنكلين" • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف "شاپ" • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدراجة الأولى وذرّيتها.
١٤ - بطارية "ڤولتا" • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - "لينيك" و "الستيتسكوب" • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدّر.

العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

مِنَ الذَرَّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الانبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السُفن البُخارية ، والمناطيد والغوّاصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصِّناعيّة بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع من القاطرة والسكة الى عيدان الثقاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدرّاجة الى التربينة ...

تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة